

Вольфенгаген Вячеслав Эрнстович, д.т.н., профессор, кафедра “Кибернетика” НИЯУ МИФИ

Краткий очерк результатов работы научного направления “Аппликативные Вычислительные Системы” (АВС) в период 1980-2020 гг.

Коротко говоря, вслед за мировой тенденцией развития представления о роли и месте программирования в компьютерных науках, научное направление АВС до некоторой степени меняло свои приоритеты. В этом смысле проделан путь от компьютерных наук (1975 г.) до компьютинга 2000-х гг., когда центральным разрабатываемым представлением стали информационные процессы, которые в мире признаются фундаментальными и атрибутивными материи, а компьютинг рассматривается как четвертая наука, наряду с науками о природе, о жизни и об обществе. Программирование для этой науки выступает как практики, через которые она реализуется, и методологически эта наука не совсем такая, как прежние науки.
Работы направления АВС, начавшись с экспериментальных и теоретических исследований аппликативных вычислительных систем, на модельном уровне достигли моментов проблематики, характерной для фундаментальных основ информационных технологий.

1) Системные разработки на языке программирования LISP

Разработанная и реализованная независимым разработчиком А.Г. Пантелеевым [1] в **1978-80 гг.** система программирования LISP 1.5 для ЕС ЭВМ послужила действенным импульсом для практического развития аппликативных вычислительных технологий.
В особенности, ее различные расширения позволили успешно разрабатывать и внедрять решения уровня АСУ предприятия, что было использовано М.А. Булкиным и Ю.Р. Габовичем[2].
Сам разработчик LISP 1.5 А. Г Пантелеев получил поддержку и необходимые вычислительные ресурсы в Московском Экспериментальном Вычислительном Центре (МЭВЦ) для совершенствования и применения своей системы программирования, чему способствовал начальник отдела программирования В.В. Иванченко. Сам бывший выпускник кафедры “Кибернетика”, он собрал команду сотрудников также преимущественно из выпускников кафедры.

В это же время на каф. “Кибернетика” МИФИ под руководством В.Э. Вольфенгагена сложилась группа теоретиков и разработчиков, в которую в разное время входили А.В. Мясников, К.Е. Аксенов, О.В. Воскресенская, М.Ю. Чуприков, Л.Ю. Исмаилова (ныне в.н.с. каф. “Кибернетика”), С.В. Косиков, К.Е. Зинченко, А.И. Михайлов, А.Ф. Саевский, Л.В. Гольцева, А.В. Гаврилов (ныне зам. генерального директора по науке и образованию IBM Science & Technology Center), Е.В. Бурляева (ныне д.т.н., профессор РТУ МИРЭА), С.В. Зыков (ныне д.т.н., доц. ВШЭ, НИЯУ МИФИ каф. “Кибернетика”), В.В. Рословцев, П.А. Шапкин, А.Д. Лаптев, М.Л. Файбисович (ныне руководитель направления информационных

технологий Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере), С.И. Днепровский (до 2018 г. гендиректор ЗАО НПП Союзбиопрепарат), П.Г. Гудков (ныне заместитель генерального директора Фонда Содействия Инновациям) и ряд исследователей из других организаций, в числе которых были И.А. Александрова, В.Я. Яцук, Г.С. Лебедев (ныне зав. кафедрой информационных и интернет-технологий Сеченовского университета), И.В. Мажирин, Г.К. Соколов и др.

2) Исследование LISP- системы и выявление ее технологических преимуществ.

Между МЭВЦ и группой В.Э. Вольфенгагена установилось научно-техническое сотрудничество, технологической базой которого стал LISP, который рассматривался как "ассемблер знаний". Идея состояла в практическом выявлении его преимуществ, для чего предстояло реализовать реляционную систему управления базой данных (СУБД), фреймовую систему управления базой знаний (СУБЗ) и ряд инструментальных средств, относящихся в то время к классу новых информационных технологий (НИТ).
В результате развертывания работы часть сотрудников отдела программирования поступила в заочную аспирантуру каф. "Кибернетика" МИФИ для подготовки и защиты диссертаций по результатам реализованных проектов и выполненных в этой связи исследований. Проблем с профессиональной коммуникацией не возникало. Для разворачивания разработок и применения аппликативных вычислительных технологий на основе LISP 1.5 и его расширений настало, что называется, время действий.

3) Программа исследований: теория, технологии, инструментарий, приложения

Основное направление совместных исследований составляли Аппликативные Вычислительные Системы, или АВС, включая системы исчислений объектов, основанные на теории комбинаторов и лямбда-исчислении. АВС оснащались программным инструментарием и технологиями программирования. Единственное, что существенно разрабатывается в этих системах -- это представление об объекте. Одной из центральных тем являются вычисления с объектами и их применения вместе с разделами из логики, теории типов, теории вычислений и семантического моделирования.
Изучались пути решения открытых проблем компьютерных наук, сложилась и программа исследований, куда входили и продолжают входить: (1) взаимодействие объектов друг с другом, в рамках АВС с наименее возможными на сегодня формальными ограничениями; (2) взаимодействие объектов со средой ["вычислений", формирования результата и т.п.], при этом приходится разрабатывать и само *представление о среде;* (3) взаимодействие, при этом разрабатывается *представление о взаимодействии* как таковом, что в мировой практике является на сегодня практически неизученным вопросом.
Практическим выходом сотрудничества была разработка инструментальных и прикладных систем, защищенные диссертации, а также формирование аппликативных вычислительных технологий.

3.1) РСУБД
Прежде всего была разработана (1982-85 гг.) реляционная СУБД, язык определения данных (ЯОД) и язык манипулирования манипулирования данными (ЯМД) которой были интегрированы с LISP-системой. Появилась РСУБД LISP/R.

Реляционная СУБД LISP/R. Ведущий разработчик О.В. Воскресенская. Реализована в 1984 г. в системе программирования LISP 1.5 методом встроенных, или погруженных вычислительных систем. В качестве внешнего интерфейса языка манипулирования данными (ЯМД) использует расширенный набор операций реляционной алгебры. Включены агрегат функции. Имеется интерфейс языка определения данных (ЯОД). Оригинальность среды СУБД состоит и полной интеграции с системой программирования LISP 1.5, обеспечивается возможность расширяемости. Стабильно работающая версия была внедрена в ряде организаций страны и передавалась в виде открытого программного кода.
Воскресенская О.В. Методы разработки реляционной системы управления базой данных, Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, 05.13.06 -- Автоматизированные системы управления, Московский инженерно-физический институт, Диссертационный Совет К.053.03.04 МИФИ, Москва, 1985.

3.2) СУБЗ
В параллель была разработана (1982-1985 гг.) фреймовая СУБЗ LISP/FR, язык определения объектов метаданных (ЯООМД) и язык манипулирования объектами метаданных которой ЯМОМД которой были интегрированы с LISP-системой. Появилась СУБЗ LISP/FR.

Фреймовая СУБЗ LISP/FR. Ведущий разработчик М.Ю. Чуприков. Реализована к 1984 г. в системе программирования LISP 1.5 методом встроенных, или погруженных вычислительных систем. Включает подсистему определения диалога FILIN. В качестве внешнего интерфейса языка манипулирования метаданными (ЯММД) использует расширенный набор операций интенсиональной алгебры (алгебры фреймов). Включены агрегат функции. В качестве интерфейса языка манипулирования данными (ЯМД) использует экстенсиональнную алгебру в виде диалекта реляционной алгебры. Был реализован алгоритм подгонки фреймов в базовом варианте управлявший реорганизацией базы знаний. Оригинальность среды СУБЗ состоит и полной интеграции с системой программирования LISP 1.5, обеспечивается возможность расширяемости. Стабильно работающая версия была внедрена в ряде организаций страны и передавалась в виде открытого программного кода.

3.3) Позднее (1984-87 гг.) была разработана интегрированная аппликативно-реляционная система для реализации и разворачивания НИТ

Аппликативно-реляционная система управления знанием эксперта. Ведущий разработчик Л.Ю. Исмаилова. Стабильно работающая версия была сформирована к 1987 г., реализована в системе программирования LISP 1.5 методом встроенных, или

погруженных реляционных систем. Знания организовывались в виде блоков объектов метаданных. Обеспечивалась интеграция с системой программирования LISP 1.5, возможности расширяемости. Оригинальность среды СУЗ заключалась в использовании LISP 1.5 как объемлющей системы программирования, так и встроенной системы программирования. Реляционные подсистемы отвечали системную полноту интерпретации объектов метаданных. Внедрена в ряде организаций страны, передавалась в виде открытого программного кода.
Исмаилова Л.Ю. Разработка программных средств реляционной обработки данных в экспертных системах, Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, 05.13.11 -- Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей, Московский инженерно-физический институт, Диссертационный Совет К.053.03.04 МИФИ, Москва, 1989.

С 1990-х гг. использовались доступные системы и технологии функционального программирования. Установлено научно-техническое сотрудничество с компанией InterLog (ген. директор Э.М. Галстян, заочный аспирант каф. "Кибернетика"), где группой АВС была организована лаборатория "Системы искусственного интеллекта", в которой апробировались модельные технологические решения.

3.4.) В период 1991-94 гг. была реализована система работы с интенсиональными объектами для НИТ.

Аппликативная вычислительная система с интенсиональными отношениями. Ведущий разработчик Л.В. Гольцева (консультант к.т.н. Л.Ю. Исмаилова). Стабильно работающая версия реализована к 1994 г.
Исследовательское инструментальное средство, позволяющее организовать объекты метаданных с последующей верификацией их связности. Оригинальная система индексирования позволяла порождать информационные процессы в виде семейств объектов, связанных индивидными отношениями. Практически применялась в учебном процессе при конструировании предметных тренажеров для изучения возможностей аппликативных вычислительных систем. Управлялась данными.
Гольцева Л.В. Аппликативная вычислительная система с интенсиональными отношениями, Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, 05.13.11 -- Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей, Московский инженерно-физический институт, Диссертационный Совет Д-053.03.04 МИФИ, Москва, 1995.

3.5) В период 1991-94 гг. была реализована система поддержки вычислительной модели варианта категориальной комбинаторной логики с формированием настраиваемой системы программирования – диалекта категориальной абстрактной машины.

Настраиваемая система программирования для категориальных вычислений. Ведущий разработчик А.В. Гаврилов. Стабильно работающая версия реализована к 1994 г.
Исследовательская разработка, в ходе которой разработана вычислительная модель

декартово замкнутой категории, оснащенная объектами-вычислителями в совокупности реализующими вариант категориальной комбинаторной логики. Построена макетная реализация, позволяющая оценить возможности вновь разрабатываемых систем функционального программирования.
Гаврилов А.В. Настраиваемая система программирования для категориальных вычислений, Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, 05.13.11 -- Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей, Московский инженерно-физический институт, Диссертационный Совет Д-053.03.04 МИФИ, Москва, 1995.

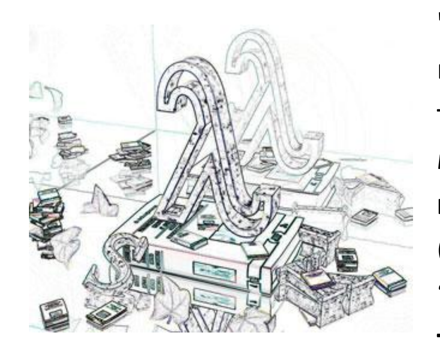
С **1999 г., включая 2000-е гг.** развивались аппликативные технологии программирования, в результате возникли различные программные средства.

3.6. В период 1999- 2004 гг . реализованы программные средства поддержки Web-системы с использованием интенсиональной информации в виде связных совокупностей объектов метаданных (ОМД) для усовершенствованного поиска в глобальной сети.

Программные средства выбора альтернатив в среде Web. Ведущий разработчик М.Л. Файбисович. Стабильно работающая версия реализована к 2005 г. Инструментарий поддерживал интерфейс, посредством которого при выборе релевантных ответов на запросы в среде Web формировались семейства наборов информации, связанные отношениями альтернативности. Поддерживался диалог настройки наборов отношений в зависимости от целевых предписаний. Внедрено в ряде организаций страны.
Файбисович М. Л. Исследование и реализация программных средств выбора альтернатив в среде Web. Диссертация на соискание ученой степени кандидата технических наук, 05.13.11 -- Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей, Московский инженерно-физический институт, Диссертационный Совет Д-053.03.04 МИФИ, Москва, 2006.

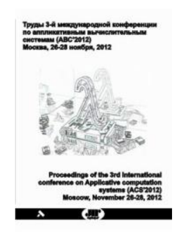
4) Теоретические достижения

В 2000-е гг. коллективом группы АВС при сотрудничестве с кафедрой перспективных компьютерных исследований и информационных технологий (ПКИ и ИТ), НОУ Институт



"ЮрИнфоР-МГУ" (ректор д.ю.н., проф. Л.М Колодкин) велись исследования аппликативных вычислительных технологий, результаты которых отражены в сериях монографий коллектива “**Фундаментальные основы информационных технологий**” (http://www.jurinfor.ru/library/ser.php?SERID=FBIT) и “**Компьютерные науки и информационные технологии**”(http://www.jurinfor.ru/library/ser.php?SERID=CS), включая анализ влияния теории комбинаторов на развитие программирования [5].

В 1999г. совместно с УГАТУ г. Уфа, Факультет информатики и робототехники (декан д.т.н., проф. Н.И. Юсупова) был организован ежегодный Международный Симпозиум "Компьютерные и информационные науки и информационные технологии (CSIT)", действующий по настоящее время (http://csit.ugatu.su/) и неоднократно получавший поддержку РФФИ.



В период 2008-2012 гг. при поддержке РФФИ организованы и проведены три международные конференции АВС по аппликативным вычислительным системам, инициатором которых был коллектив каф. “Кибернетика” НИЯУ МИФИ (АВС-2008 -- http://jurinfor.exponenta.ru/acs2008/), (АВС-2010 -- http://jurinfor.exponenta.ru/acs2010/), (АВС-2012 -- http://jurinfor.exponenta.ru/acs2010/).

4.1) Вычислительные модели, разработанные в период 2000-х

В период с 2000 г. получен ряд теоретических результатов, значительно продвигающих понимание моделей вычислений, развивающихся в них информационных процессов и их взаимодействия, что имеет принципиальное значение для развития представления о компьютинге на его современном этапе. Упор делается на развитие “вычислительного мышления” и его реализацию через практики, в роли которых выступает программирование, а посредниками служат вычислительные модели.

Вольфенгаген В.Э. **Модели аппликативных вычислительных технологий.**
Систематически рассмотрены модели, методы и средства, для которых центральной



сущностью является представление об объекте. Применен подход, основанный на использовании операций аппликации и абстракции, что позволило выполнить замкнутое изложений техники аппликативных вычислений, оставаясь в рамках элементарных средств. Книга основана на материале, который в различных вариантах использовался для проведения занятий по соответствующим разделам курса компьютерных наук.
Приводится необходимый теоретический минимум, соответствующий мировым стандартам, иллюстрируются основные вычислительные идеи, понятия и определения.
Оформлено в виде монографии [3].
Опубликовано в 2004 г.
Издание поддержано грантом РФФИ, проект 03-01-14055-д.
Книга отмечена дипломом Фонда развития отечественного образования на конкурсе 2005 г.

Гаврилов А.В. **Формальные основания функционального программирования**.
Внедрено в учебный процесс каф. “Кибернетика” НИЯУ МИФИ. Применено в ряде проектов международного уровня. Опубликовано в 2007 г.[4]

4.2 Вычислительные модели, разработанные в период 2010-х -- 2020-х

В этот период получено несколько принципиальных для развития программирования результатов, продолжающих разработку усовершенствованных вычислительных моделей. В них продолжается работа по программе исследований группы ABC, изначально намеченной в период 1970-х – 1980-х гг. Согласно современной трактовке компьютинга, прежние объекты понимаются как информационные процессы, а представляющая конструкция, в стиле аппликативного подхода к программированию, из бирается в виде оригинальной конструкции функтор-как-объект.

Вольфенгаген В.Э., Исмаилова Л.Ю., Косиков С.В., Бабушкин Д.
Предложена оригинальная вычислительная модель распространения, чередования и обмена информационных процессов с переменными доменами. В настоящей работе информационные процессы соответствуют параметризованным объектам метаданных, которыми являются конструкции переменных доменов. Моделируется развитие процесса, что соответствует распространению когнитивной интерференции и допускает толкование скрытого фактора времени. Возникающая модель является чисто процессной и обеспечивает концептуальный каркас. Показана возможность кодирования этого каркаса системой взаимозависимых лямбда-термов.
Опубликовано в 2021 г., см [6].

Исмаилова Л.Ю., Вольфенгаген В.Э., Косиков С.В., Маслов М.А., Дорн Ю.С.
Предложена семантическая вычислительная модель для индикации пост-правды с каналами фейковых новостей.
Пост-правда означает обстоятельства, при которых объективные факты оказывают меньшее влияние на формирование общественного мнения, чем эмоции или личные убеждения. В этом пространстве субъект уязвим для целенаправленного информационного воздействия, а его познавательная деятельность перенаправляется под воздействием окружающей среды. Фактически, с точки зрения информационных процессов, субъект находится даже не в мире пост-правды, а в мире поддельных новостей, которые начинают вытеснять здоровые информационные ресурсы. Предложена семантическая модель такого информационного пространства, которая позволяет регистрировать возникновение канала потенциальных нежелательных эффектов.
Опубликовано в 2020 г., см [7].

Исмаилова Л.Ю., Вольфенгаген В.Э., Косиков С.В.
Предложена система равенств среди комбинаторов для обобщенной вычислительной модели порождения значений выражений.
Математическая теория вычислений получает целевое эквациональное описание, делая процесс изучения ее свойств и возможностей более удобным. Структура модели, основанная на методе индексированных выражений, разрабатывается и применяется с использованием сопоставления оценивающих выражений и приписываний. Как показано, это нельзя рассматривать как общее представление, но можно получить с помощью комбинаторов. Таким образом, семантика вычислений может быть получена из

конструкции комбинатора как процесса. Это вложение в систему комбинаторов. Устанавливается связующая система равенств между комбинаторами, которая служит общей вычислительной моделью. Это позволяет нам по-другому взглянуть на предыдущие когнитивные идеи семантики вычислений, отключая оценивающее отображение и приписывания, позволяя их заменять набором равенств между комбинаторами.
Опубликовано в 2021 г., см [8].

Исмаилова Л.Ю., Вольфенгаген В.Э., Косиков С.В.
Предложена вычислительная модель когнитивной системы для обнаружения семантических уязвимостей и деструктивных подстановок.
Разработка специальной математики, способной непосредственно учитывать динамику предметной области, как оказывается, - нетривиальная задача. Сама ее формулировка в доработанном виде и фиксация наиболее важных функций вызывают заметные сложности в целевом формализме, существенно затрудняя разработку программного обеспечения. Дано конструктивное решение данной проблемы, полученное с использованием оригинальной конструкции функтор как объект. Введено понятие семантического вирусования. Ожидается, что полученная вычислительная модель имеет высокий инновационный потенциал для разработки информационных систем, предназначенных для интенсивного обмена данными.
Опубликовано в 2021 г. , см [9].

Литература

[1] Пантелеев А. Г.
Об интерпретаторе с языка Лисп для ЕС ЭВМ. — Программирование, 1980, No 3, с. 86-87

[2] Булкин М.А., Габович Ю.Р., Пантелеев А.Г.
Методические рекомендации по программированию и эксплуатации интерпретатора для алгоритмического языка ЛИСП в ОС ЕС. -- Киев: НИИАСС, 1981. – 91 с.

Оригинальные вычислительные модели

[3] Вольфенгаген В.Э. Методы и средства вычислений с объектами. Аппликативные вычислительные системы. -- М.: JurInfoR Ltd., АО ``Центр ЮрИнфоР'', 2004. -- xvi+789 с.

[4] Гаврилов А.В. Формальные основания функционального программирования: учебное пособие. – М.: МИФИ, 2007. 48 с.

[5] Вольфенгаген В.Э. «Комбинаторная логика в программировании».—3-е изд., дополн. и перераб.— М.:АО «Центр ЮрИнфоР», 2008.— X+384 с
(http://www.jurinfor.ru/library/978.591.329.013.html)

[6] Viacheslav Wolfengagen, Larisa Ismailova, Sergey Kosikov, Denis Babushkin,
Modeling Spread, Interlace and Interchange of Information Processes with Variable Domains,
Cognitive Systems Research, 2021, Vol 66C (2021) pp. 21-29, ISSN 1389-0417,
https://doi.org/10.1016/j.cogsys.2020.10.016.
(http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1389041720300905)

[7] Larisa Ismailova, Viacheslav Wolfengagen, Sergey Kosikov, Mikhail Maslov, Juliane Dohrn,
Semantic models to indicate post-truth with fake news channels, Procedia Computer Science,
Volume 169, 2020, Pages 297-303, ISSN 1877-0509,
https://doi.org/10.1016/j.procs.2020.02.182.
(http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050920303057)

[8] Larisa Ismailova, Viacheslav Wolfengagen, Sergey Kosikov
Equalities between Combinators to Evaluate Expressions
Procedia Computer Science 190 (2021) Pages 332-340

[9] Larisa Ismailova, Viacheslav Wolfengagen, Sergey Kosikov
Cognitive System to Clarify the Semantic Vulnerability and Destructive Substitutions
Procedia Computer Science 190 (2021) Pages 341-360